

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Kentaro NAKAJIMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/722,514

EXAMINER:

FILED: November 28, 2003

FOR: MAGNETIC MEMORY DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

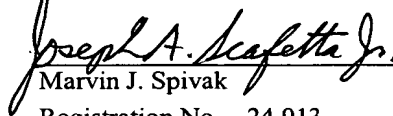
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-346036	November 28, 2002
JAPAN	2003-381506	November 11, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26, 803

Customer Number

**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

0381459  
101722, 514

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 4 6 0 3 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 4 6 0 3 6 ]

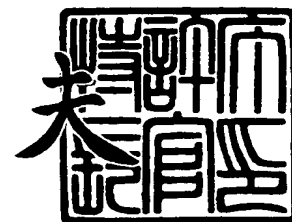
出 願 人                      株式会社東芝  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 2 5 5 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000200524

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/00

【発明の名称】 磁気記憶装置及びその製造方法

【請求項の数】 21

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横  
    浜事業所内

    【氏名】 中島 健太郎

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横  
    浜事業所内

    【氏名】 細谷 啓司

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100058479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴江 武彦

    【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

    【識別番号】 100084618

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 村松 貞男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記憶装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の配線と、  
前記第 1 の配線の上方に配置された磁気抵抗効果素子と、  
前記第 1 の配線と離間して前記磁気抵抗効果素子に接続され、側面の一部が前記磁気抵抗効果素子の側面と一致する金属層と  
を具備することを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項 2】 前記金属層に接続され、前記金属層に覆われる第 1 のコンタクト層と

をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 3】 前記磁気抵抗効果素子は、前記第 1 のコンタクト層側に位置する第 1 の側面とこの第 1 の側面と反対側に位置する第 2 の側面とを有し、

前記第 2 の側面は前記金属層の側面と一致していることを特徴とする請求項 2 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 4】 前記第 1 のコンタクト層に接続されたトランジスタと  
をさらに具備することを特徴とする請求項 2 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 5】 前記第 1 の配線と異なる方向に延在され、前記磁気抵抗効果素子を前記第 1 の配線とで挟む第 2 の配線と  
をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 6】 前記磁気抵抗効果素子と前記第 2 の配線との間に配置され、前記磁気抵抗効果素子及び前記第 2 の配線に接続された第 2 のコンタクト層と  
をさらに具備することを特徴とする請求項 5 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 7】 前記第 2 のコンタクト層は、段差部を有することを特徴とする請求項 6 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 8】 前記第 2 のコンタクト層の平面形状は、前記磁気抵抗効果素子の平面形状とほぼ同じであることを特徴とする請求項 6 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 9】 前記第 1 の配線と異なる方向に延在され、前記磁気抵抗効果

素子を前記第 1 の配線とで挟む第 2 の配線と

をさらに具備し、

前記第 1 のコンタクト層は、隣接する前記第 1 の配線間で、かつ、前記第 2 の配線の下方に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 10】 前記第 1 の配線と異なる方向に延在され、前記磁気抵抗効果素子を前記第 1 の配線とで挟む第 2 の配線と

をさらに具備し、

前記第 1 のコンタクト層は、隣接する前記第 2 の配線間に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 11】 前記金属層に接続され、前記第 1 の配線と同一面上で前記第 1 の配線と平行して延在され、読み出し配線として使用される第 3 の配線と

をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 12】 前記金属層は、前記第 1 の配線と平行して延在され、読み出し配線として使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記憶装置。

【請求項 13】 第 1 の絶縁膜上に、金属層、磁気抵抗効果膜、第 1 及び第 2 のマスク層を順に形成する工程と、

前記第 2 のマスク層を磁気抵抗効果素子の素子形状にパターニングする工程と、

、  
パターニングした前記第 2 のマスク層を用いて前記第 1 のマスク層を前記素子形状にパターニングする工程と、

パターニングした前記第 1 のマスク層を用いて前記磁気抵抗効果膜を前記素子形状にパターニングし、前記磁気抵抗効果素子を形成する工程と、

前記金属層をセル毎に分離する分離形状にパターニングし、前記金属層の側面を前記磁気抵抗効果素子の側面の一部と一致させる工程と

を具備することを特徴とする磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 14】 前記磁気抵抗効果素子を形成した後に、  
前記第 1 のマスク層及び前記金属層上にレジストを形成する工程と、

前記レジストを前記分離形状にパターニングする工程と

をさらに具備し、

パターンニングした前記レジストを用いて前記金属層をパターンニングすることを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 15】 前記金属層のパターンニングの際、前記第 1 のマスク層の一部を除去し、前記第 1 のマスク層に段差部を形成することを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 16】 前記金属層をパターンニングした後に、  
前記第 1 の絶縁膜、前記磁気抵抗効果素子及び前記金属層上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 1 のマスク層の表面が露出するまで前記第 2 の絶縁膜を除去することで、前記第 1 のマスク層からなるコンタクトを自己整合的に形成する工程と  
をさらに具備することを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 17】 前記第 2 の絶縁膜は、CMP を用いて除去することを特徴とする請求項 16 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 18】 前記第 1 のマスク層は、導電層で形成されることを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 19】 前記第 2 のマスク層は、絶縁層で形成されることを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 20】 前記磁気抵抗効果素子を形成した後に、  
前記第 1 のマスク層及び前記金属層上に第 3 のマスク層を形成する工程と、  
前記第 3 のマスク層上にレジストを形成する工程と、  
前記レジストを前記分離形状にパターンニングする工程と、  
パターンニングした前記レジストを用いて前記第 3 のマスク層を前記分離形状にパターンニングする工程と  
をさらに具備し、  
パターンニングした前記第 3 のマスク層を用いて前記金属層をパターンニングすることを特徴とする請求項 13 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

【請求項 21】 前記第 3 のマスク層は、絶縁層で形成されることを特徴とする請求項 20 に記載の磁気記憶装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、強磁性体を用いた情報再生技術に係わり、特に磁気抵抗効果素子を利用した磁気記憶装置及びその製造方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

磁気ランダムアクセスメモリ（Magnetic Random Access Memory：以下MRAMと略記）とは、情報の記録媒体として強磁性体の磁化方向を利用した、記録情報を随時、書き換え、保持、読み出すことができる固体メモリの総称である。

**【0003】**

MRAMのメモリセルは、通常複数の強磁性体を積層した構造を有する。情報の記録は、メモリセルを構成する複数の強磁性体の磁化の相対配置を平行又は反平行にし、この平行又は反平行の状態を2進の情報“1”，“0”にそれぞれ対応させて行う。記録情報の書き込みは、クロスストライプ状に配置された書き込み線に電流を流し、この電流によって生じる電流磁界により、各セルの強磁性体の磁化方向を反転させることによって行われる。記録保持時の消費電力は原理的にゼロであり、また電源を切っても記録保持が行われる不揮発性メモリである。一方、記録情報の読み出しは、セルを構成する強磁性体の磁化方向とセンス電流との相対角又は複数の強磁性層間の磁化の相対角によってメモリセルの電気抵抗が変化する現象、いわゆる磁気抵抗効果を利用して行う。

**【0004】**

MRAMの機能と従来の誘電体を用いた半導体メモリの機能とを比較すると、（1）完全な不揮発性であり、また $10^{15}$ 回以上の書き換えが可能であること、（2）非破壊読み出しが可能であり、リフレッシュ動作を必要としないため読み出しサイクルを短くすることが可能であること、（3）電荷蓄積型のメモリセルに比べ、放射線に対する耐性が強いこと、等の多くの利点を有している。MRAMの単位面積あたりの集積度、書き込み及び読み出し時間は、おおむねDRAMと同程度となりうることが予想される。従って、不揮発性という大きな特色を生



かし、携帯機器用の外部記録装置、LSI混載用途、さらにはパーソナルコンピュータの主記憶メモリへの応用が期待されている。

#### 【0005】

現在、実用化の検討が進められているMRAMでは、メモリセルに強磁性トンネル効果 (Tunnel Magneto-Resistance: 以下TMR効果と略記) を示す素子を用いている (例えば、非特許文献1参照。)。このTMR効果を示す素子 (以下MTJ (Magnetic Tunnel Junction) 素子と略記) は、主として強磁性層/絶縁層/強磁性層からなる3層膜で構成され、絶縁層をトンネルして電流が流れる。トンネル抵抗値は、両強磁性金属層の磁化の相対角の余弦に比例して変化し、両磁化が反平行の場合に極大値をとる。例えばNiFe/Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Cu/NiFeからなるトンネル接合では、500eV以下の低磁界において25%を越える磁気抵抗変化率が見いだされている (例えば、非特許文献2参照。)。MTJ素子の構造としては、磁界感度の改善を目的として、一方の強磁性体に隣接して反強磁性体を配置し、磁化方向を固着させた、いわゆるスピバルブ構造のもの (例えば、非特許文献3参照。)、また磁気抵抗変化率のバイアス依存性を改善するために、2重のトンネルバリアを設けたもの (例えば、非特許文献4参照。) が、知られている。

#### 【0006】

##### 【非特許文献1】

Roy Scheuerlein, et al., A 10ns Read and Write Non-Volatile Memory Array Using a Magnetic Tunnel Junction and FET Switch in each Cell, 「2000 ISSCC Digest of Technical Papers」, (米国), 2000年2月, p.128-129

#### 【0007】

##### 【非特許文献2】

M Sato, et al., Spin-Valve-Like Properties and Annealing Effect in Ferromagnetic Tunnel Junctions, 「IEEE Trans.Mag.」, (米国), 1997年, 第33巻, 第5号, p.3553-3555

#### 【0008】

## 【非特許文献 3】

M Sato, et al., Spin-Valve-Like Properties of Ferromagnetic Tunnel Junctions, 「Jpn.J.Appl.Phys.」, 1997年, 第36巻, Part 2, p.200-201

## 【0009】

## 【非特許文献 4】

K Inomata, et al., Spin-dependent tunneling between a soft ferromagnetic layer and hard magnetic nano particles, 「Jpn.J.Appl.Phys.」, 1997年, 第36巻, Part 2, p.1380-1383

## 【0010】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上のようなMTJ素子をMRAMに応用した場合、メモリセルは、例えば図27及び図28に示す平面構造となる。つまり、図27及び図28に示すように、MTJ素子19は、第1及び第2の書き込み配線10, 23間の第1及び第2の書き込み配線10, 23の交点に配置されている。そして、MTJ素子19の下面には下部金属層13及びコンタクト12を介してMOSトランジスタ等のスイッチング素子（図示せず）が接続されている。

## 【0011】

このような従来技術によるMRAMにおいて、下部金属層13は、MTJ素子19及びコンタクト12の側面よりも外側まで広げて形成され、MTJ素子19及びコンタクト12との合わせずれを考慮した余裕量が設けられている。一方、隣接セルを分離するために、下部金属層13間は最小ピッチA、Bで保たれている。従って、これらの状況から、第1の書き込み配線10間のピッチX', X"や第2の書き込み配線23間のピッチY', Y"を所定の間隔以上縮小することは困難であった。そして、この問題は、セルの微細化が要求されるに伴って、さらに顕著となっていた。

## 【0012】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、セル面積を縮小することが可能な磁気記憶装置及びその製造方法を提供することにある。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、前記目的を達成するために以下に示す手段を用いている。

## 【0014】

本発明の第1の視点による磁気記憶装置は、第1の配線と、前記第1の配線の上方に配置された磁気抵抗効果素子と、前記第1の配線と離間して前記磁気抵抗効果素子に接続され、側面の一部が前記磁気抵抗効果素子の側面と一致する金属層とを具備する。

## 【0015】

本発明の第2の視点による磁気記憶装置の製造方法は、第1の絶縁膜上に、金属層、磁気抵抗効果膜、第1及び第2のマスク層を順に形成する工程と、前記第2のマスク層を磁気抵抗効果素子の素子形状にパターニングする工程と、パターニングした前記第2のマスク層を用いて前記第1のマスク層を前記素子形状にパターニングする工程と、パターニングした前記第1のマスク層を用いて前記磁気抵抗効果膜を前記素子形状にパターニングし、前記磁気抵抗効果素子を形成する工程と、前記金属層をセル毎に分離する分離形状にパターニングし、前記金属層の側面を前記磁気抵抗効果素子の側面の一部と一致させる工程とを具備する。

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。この説明に際し、全図にわたり、共通する部分には共通する参照符号を付す。

## 【0017】

## [第1の実施形態]

第1の実施形態は、下部金属層を磁気抵抗効果素子に対して余裕量を設けて形成せずに、下部金属層の側面の一部を磁気抵抗効果素子の側面と一致するように形成している。

## 【0018】

図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係る磁気記憶装置の断面図を示す。  
図1(b)は、本発明の第1の実施形態に係る下部金属層の平面図を示し、書き

込み配線を参考のために示す。図2は、図1(a)のII-II線に沿った磁気記憶装置の断面図を示す。図3は、本発明の第1の実施形態に係る磁気記憶装置の斜視図を示す。

#### 【0019】

図1(a)、(b)、図2、図3に示すように、第1の実施形態に係る磁気記憶装置は、下部金属層13が磁気抵抗効果素子19の周辺に余裕を設けて形成されずに、下部金属層13の側面の一部が磁気抵抗効果素子19の側面と一致している。このため、下部金属層13の一部が磁気抵抗効果素子19と同一の形状で形成されている。

#### 【0020】

また、磁気抵抗効果素子19は、第1及び第2の書き込み配線（ビット線、ワード線）10、23間の第1及び第2の書き込み配線10、23の交点に配置されている。この磁気抵抗効果素子19の上面には第2のコンタクト22を介して第2の書き込み配線23が接続され、磁気抵抗効果素子19の下面には下部金属層13及び第1のコンタクト12を介してMOSトランジスタ等のスイッチング素子（図示せず）が接続されている。

#### 【0021】

ここで、第1のコンタクト12は、下部金属層13に覆われ、磁気抵抗効果素子19の長手方向に配置されている。具体的には、第1のコンタクト12は、隣接する第1の書き込み配線10間で、かつ、第2の書き込み配線23の下方に配置されている。そして、この第1のコンタクト12側の磁気抵抗効果素子19の側面と反対側の側面と下部金属層13の側面の一部とが一致するように、下部金属層13はパターニングされている。

#### 【0022】

第2のコンタクト22は、磁気抵抗効果素子19のパターニング時のマスクとして使用した後、そのまま残存させてコンタクトとして使用する。このため、第2のコンタクト22の平面形状は磁気抵抗効果素子19と同一の形状をしている。そして、第2のコンタクト22の上面の一部は第2の書き込み配線23に接しておらず、段差部15aが形成されている。

## 【0023】

尚、磁気抵抗効果素子 19 は、例えば、磁化の向きが固定された磁化固着層（磁性層）と、トンネル接合層（非磁性層）と、磁化の向きが反転する磁気記録層（磁性層）とからなる MTJ（Magnetic Tunnel Junction）素子である。また、MTJ 素子は、上記のような 1 層のトンネル接合層からなる 1 重トンネル接合構造であってもよいし、2 層のトンネル接合層からなる 2 重トンネル接合構造であってもよい。さらに、磁化固着層及び磁気記録層の少なくとも一方は、強磁性層と非磁性層と強磁性層とからなる 3 層構造であってもよい。尚、MTJ 素子の代わりに、例えば、2 つの磁性層とこれら磁性層に挟まれた導体層とからなる GMR（Giant Magneto Resistive）素子を用いてもよい。

## 【0024】

図 4（a）、（b）乃至図 13（a）、（b）は、本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程の断面図を示す。以下に、第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造方法について説明する。尚、ここでは、第 1 の絶縁膜 11 内に、第 1 のコンタクト 12 や図示せぬ第 1 の書き込み配線が形成された後の工程から説明する。

## 【0025】

まず、図 4（a）、（b）に示すように、第 1 の絶縁膜 11 及び第 1 のコンタクト 12 上に下部金属層 13 が形成され、この下部金属層 13 上に磁気抵抗効果膜 14 が形成される。そして、この磁気抵抗効果膜 14 上に 2 層の第 1 及び第 2 のハードマスク 15、16 が積層される。ここで、第 1 のハードマスク 15 は例えば導電性膜で形成され、第 2 のハードマスク 16 は非導電性膜（絶縁膜）で形成される。尚、第 2 のハードマスク 16 は、導電性膜で形成されてもよい。

## 【0026】

次に、図 5（a）、（b）に示すように、第 2 のハードマスク 16 が選択的にエッチングされ、磁気抵抗効果素子 19 の形状が第 2 のハードマスク 16 に転写される。

## 【0027】

続いて、図 6（a）、（b）に示すように、第 2 のハードマスク 16 を用いて

、第1のハードマスク15がエッチングされ、磁気抵抗効果素子19の形状が第1のハードマスク15に転写される。

#### 【0028】

その後、図7(a)、(b)に示すように、第2のハードマスク16が剥離される。

#### 【0029】

次に、図8(a)、(b)に示すように、第1のハードマスク15を用いて磁気抵抗効果膜14がエッチングされ、磁気抵抗効果膜14が磁気抵抗効果素子19の形状にパターンニングされる。

#### 【0030】

次に、図9(a)、(b)に示すように、下部金属層13及び第1のハードマスク15上にフォトレジスト70が塗布され、所望の形状にパターンニングされる。このフォトレジスト60の所望の形状は、第1のコンタクト12を覆い、かつ第1のハードマスク15の一部を覆うような形状である。つまり、第1のハードマスク15の一部は、フォトレジスト60に覆われずに露出している。

#### 【0031】

次に、図10(a)、(b)に示すように、フォトレジスト70を用いて下部金属層13がエッチングされる。この際、第1のハードマスク15の露出した部分も一部除去され、段差部15aが形成される。その後、フォトレジスト70は除去される。

#### 【0032】

尚、フォトレジスト70は磁気抵抗効果膜14を完全に被覆していないが、磁気抵抗効果膜14上には第1のハードマスク15が存在するため、エッチングは磁気抵抗効果膜14まで進行しない。これを保証するためには、下部金属層13のエッチング時に第1のハードマスク15が完全にエッチングされないように、下部金属層13と第1のハードマスク15の材料、膜厚、またエッチング条件を最適化すればよい。つまり、第1のハードマスク15には、Mo、W、Taなどの高融点遷移金属が適しており、下部金属層13には、Mo、W、Taなどに比べてエッチングレートが早いPt、Ir、Ruなどの貴金属、又はTiN、Ta

Nなどの導電性金属窒化物が適している。また、下部金属層13よりも第1のハードマスク15を厚くすればよい。

#### 【0033】

次に、図11(a)、(b)に示すように、第1の絶縁膜11、下部金属層13及び第1のハードマスク15上に第2の絶縁膜21が形成される。

#### 【0034】

次に、図12(a)、(b)に示すように、化学機械研磨法(Chemical Mechanical Polish; 以下CMPと略記)や反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching; 以下RIEと略記)を用いて、第1のハードマスク15に達するまで、第2の絶縁膜21の表面が平坦化される。これにより、第1のハードマスク15からなる第2のコンタクト22の表面が露出され、自己整合的にコンタクト開口がなされる。

#### 【0035】

尚、第1のハードマスク15の上面には段差部15aが存在するが、第1のハードマスク15の一部は第2の絶縁膜21から露出してコンタクト22として十分機能するため、特に問題になるものではない。

#### 【0036】

次に、図13(a)、(b)に示すように、第2のコンタクト22及び第2の絶縁膜21上に第2の書き込み配線23が形成される。

#### 【0037】

上記第1の実施形態によれば、下部金属層13を磁気抵抗効果素子19の周辺に余裕を設けて形成せずに、下部金属層13の側面の一部を磁気抵抗効果素子19の側面と一致させている。このため、第2の書き込み配線23の延在方向における隣接する下部金属層13間を最小ピッチAで保った場合、隣接する第1の書き込み配線10のピッチX1を、従来のピッチX'よりも縮小することができる(図1(a)参照)。このように、第1の実施形態によれば、第2の書き込み配線23の延在方向における下部金属層13の面積を縮小することができるため、セル面積を縮小することができる。

#### 【0038】

また、従来のプロセスでは、第1のハードマスクを磁気抵抗効果素子の形状にパターニングする際に、すでに下部金属層がパターニングされており、この下部金属層下の第1の絶縁膜の表面の一部が露出している。このため、第1のハードマスクや磁気抵抗効果膜のパターニング時に、第1の絶縁膜がオーバーエッチングされてしまう。これに対し、第1の実施形態では、磁気抵抗効果素子19の加工を、下部金属層13の加工よりも先に行っているため、従来よりも第1の絶縁膜11のオーバーエッチングを低減することができる。

#### 【0039】

また、第1のハードマスク15を導電膜で形成することでコンタクト22として機能させているため、次のような効果も得られる。例えば、従来技術では、金属膜に対して物理的なエッチングを行うと、マスク材側面にフェンスが形成される場合が多い。そして、このようなフェンスは、ブラシスクラブ、ミスト噴射、超音波洗浄などの方式で除去しなければならない。これに対し、第1の実施形態では、マスク材（第1のハードマスク15）に導電膜を用い、このマスク材を剥離せずにそのまま残存させる。つまり、このマスク材にコンタクトプラグの機能を持たせることで、フェンスを除去する工程が不要となり、プロセスが容易となる。

#### 【0040】

##### [第2の実施形態]

第2の実施形態は、第1の実施形態の変形例である。第1の実施形態では、スイッチング素子に接続するコンタクトを磁気抵抗効果素子に対して第2の書き込み配線の延在方向に配置するのに対し、第2の実施形態では、スイッチング素子に接続するコンタクトを磁気抵抗効果素子に対して第1の書き込み配線の延在方向に配置する。

#### 【0041】

図14(a)は、本発明の第2の実施形態に係る磁気記憶装置の断面図を示す。図14(b)は、本発明の第2の実施形態に係る下部金属層の平面図を示し、書き込み配線を参考のために示す。図15は、図14(a)のXV-XV線に沿った磁気記憶装置の断面図を示す。図16は、本発明の第2の実施形態に係る磁気記



憶装置の斜視図を示す。

#### 【0042】

図14(a)、(b)、図15、図16に示すように、第2の実施形態に係る磁気記憶装置において、上記第1の実施形態と異なる点は、スイッチング素子(図示せず)に接続するコンタクト12を磁気抵抗効果素子19に対して第1の書き込み配線10の延在方向に配置している点である。つまり、第2の実施形態における第1のコンタクト12は、隣接する第2の書き込み配線23間に配置される。また、第1の実施形態と同様、下部金属層13の側面の一部が磁気抵抗効果素子19の側面と一致しており、下部金属層13の一部が磁気抵抗効果素子19と同一の形状で形成されている。

#### 【0043】

尚、第2の実施形態に係る磁気記憶装置は、図17(a)、(b)に示すレジスト70を用いて下部金属膜13のパターニングが行われ、その他は第1の実施形態と同様の方法で形成される。

#### 【0044】

上記第2の実施形態によれば、下部金属層13を磁気抵抗効果素子19の周辺に余裕を設けて形成せずに、下部金属層13の側面の一部を磁気抵抗効果素子19の側面と一致させている。このため、第1の書き込み配線10の延在方向における隣接する下部金属層13間を最小ピッチBで保った場合、第2の書き込み配線23のピッチY2を、従来のピッチY'よりも縮小することができる(図14(a)参照)。このように、第2の実施形態によれば、第1の書き込み配線10の延在方向における下部金属層13の面積を縮小することができるため、セル面積を縮小することができる。

#### 【0045】

また、第1の実施形態と同様、オーバーエッチングの低減や、プロセスが容易になるといった効果も得ることができる。

#### 【0046】

#### [第3の実施形態]

第3の実施形態は、第2の実施形態の変形例である。第2の実施形態では、下

部金属層の側面を磁気抵抗効果素子の 3 側面と一致させるのに対し、第 3 の実施形態では、下部金属層の側面を磁気抵抗効果素子の 4 側面と一致させる。

#### 【0047】

図 18 (a) は、本発明の第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置の断面図を示す。図 18 (b) は、本発明の第 3 の実施形態に係る下部金属層の平面図を示し、書き込み配線を参考のために示す。図 19 は、図 18 (a) の XIX-XIX 線に沿った磁気記憶装置の断面図を示す。図 20 は、本発明の第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置の斜視図を示す。

#### 【0048】

図 18 (a)、(b)、図 19、図 20 に示すように、第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置において、上記第 2 の実施形態と異なる点は、下部金属層 13 の側面を磁気抵抗効果素子 19 の 4 側面と一致させる点である。また、第 1 及び第 2 の実施形態と同様、下部金属層 13 の側面の一部が磁気抵抗効果素子 19 の側面と一致しており、下部金属層 13 の一部が磁気抵抗効果素子 19 と同一の形状で形成されている。

#### 【0049】

尚、第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置は、図 21 (a)、(b) に示すレジスト 70 を用いて下部金属膜 13 のパターニングが行われ、その他は第 1 の実施形態と同様の方法で形成される。

#### 【0050】

上記第 3 の実施形態によれば、下部金属層 13 を磁気抵抗効果素子 19 の周辺に余裕を設けて形成せずに、下部金属層 13 の側面の一部を磁気抵抗効果素子 19 の側面と一致させている。このため、第 1 の書き込み配線 10 の延在方向における隣接する下部金属層 13 間を最小ピッチ B、C で保った場合、第 2 の書き込み配線 23 のピッチ Y3 を、従来のピッチ Y'' よりも縮小することができる (図 18 (a) 参照)。このように、第 3 の実施形態によれば、第 1 の書き込み配線 10 の延在方向における下部金属層 13 の面積を縮小することができるため、セル面積を縮小することができる。

#### 【0051】

また、第1の実施形態と同様、オーバーエッチングの低減や、プロセスが容易になるといった効果も得ることができる。

#### 【0052】

##### [第4の実施形態]

第4の実施形態は、第3の実施形態と同様の構造であるが、第3の実施形態と製造方法が異なる。

#### 【0053】

図22乃至図24は、本発明の第4の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程の断面図を示す。以下に、第4の実施形態に係る磁気記憶装置の製造方法について説明する。尚、上記第1の実施形態と同様の工程は省略又は簡略化する。

#### 【0054】

まず、図4乃至図8に示すように、第1の実施形態と同様に、磁気抵抗効果素子19が形成される。

#### 【0055】

次に、図22に示すように、磁気抵抗効果素子19を覆うように絶縁性の第3のハードマスク71が形成され、この第3のハードマスク71上にフォトレジスト70が形成される。その後、フォトレジスト70が下部金属層13の形状にパターニングされる。

#### 【0056】

次に、図23に示すように、フォトレジスト70をマスクとして第3のハードマスク71がパターニングされ、第3のハードマスク71に下部金属層13の形状が転写される。

#### 【0057】

次に、図24に示すように、第3のハードマスク71をマスクとして下部金属層13がエッチングされる。この際、第1のハードマスク15の露出した部分も一部除去され、段差部15aが形成される。その後は、第1の実施形態と同様であるため、説明は省略する。

#### 【0058】

上記第4の実施形態によれば、第3の実施形態と同様の効果を得ることができ

る。

#### 【0059】

さらに、第4の実施形態では、下部金属層13の加工時において、第3のハードマスク71に下部金属層13の形状を一旦転写し、このハードマスク71を用いて下部金属層13の加工を行っている。従って、レジスト70が磁気抵抗効果膜14に直接接触しないため、レジスト70中の強酸等によって磁気抵抗効果膜14が腐食することを防止できる。

#### 【0060】

その他、本発明は、上記各実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で、種々に変形することが可能である。

#### 【0061】

例えば、図25、図26に示すように、読み出し用のスイッチング素子を用いない構造にも各実施形態を適用することが可能である。図25の構造では、下部金属層13がコンタクト12を介して読み出しワード線30に接続され、読み出しワード線30は第1の書き込み配線10と同一面上に第1の書き込み配線10と平行して延在している。図26の構造では、磁気抵抗効果素子19に読み出しワード線30が直接接続され、この読み出しワード線30は第1の書き込み配線10と平行して延在し、読み出しワード線30の側面の一部が磁気抵抗効果素子19の側面と一致している。このような図25、図26の構造では、書き込み時は配線10、23が用いられ、読み出し時は配線30、23が用いられる。

#### 【0062】

さらに、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

#### 【0063】

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、セル面積を縮小することが可能な磁気記憶装置及びその製造方法を提供できる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す断面図、図 1 (b) は、本発明の第 1 の実施形態に係る下部金属層を示す平面図。

**【図 2】**

図 1 (a) の II-II 線に沿った磁気記憶装置を示す断面図。

**【図 3】**

本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

**【図 4】**

図 4 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 4 (b) は図 4 (a) の工程における平面図。

**【図 5】**

図 4 (a)、(b) に続く、図 5 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 5 (b) は図 5 (a) の工程における平面図。

**【図 6】**

図 5 (a)、(b) に続く、図 6 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 6 (b) は図 6 (a) の工程における平面図。

**【図 7】**

図 6 (a)、(b) に続く、図 7 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 7 (b) は図 7 (a) の工程における平面図。

**【図 8】**

図 7 (a)、(b) に続く、図 8 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 8 (b) は図 8 (a) の工程における平面図。

**【図 9】**

図 8 (a)、(b) に続く、図 9 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係わる磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 9 (b) は図 9 (a) の工程における平面図。

**【図 10】**

図 6 (a)、(b) に続く、図 10 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係わる他の磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 10 (b) は図 10 (a) の工程における平面図。

**【図 11】**

図 10 (a)、(b) に続く、図 11 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係わる他の磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 11 (b) は図 11 (a) の工程における平面図。

**【図 12】**

図 11 (a)、(b) に続く、図 12 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係わる他の磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 12 (b) は図 12 (a) の工程における平面図。

**【図 13】**

図 12 (a)、(b) に続く、図 13 (a) は本発明の第 1 の実施形態に係わる他の磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 13 (b) は図 13 (a) の工程における平面図。

**【図 14】**

図 14 (a) は、本発明の第 2 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す断面図、図 14 (b) は、本発明の第 2 の実施形態に係る下部金属層を示す平面図。

**【図 15】**

図 14 (a) の XV-XV 線に沿った磁気記憶装置を示す断面図。

**【図 16】**

本発明の第 2 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

**【図 17】**

図 17 (a) は本発明の第 2 の実施形態に係わる磁気記憶装置の製造工程を示

す断面図、図 17 (b) は図 17 (a) の工程における平面図。

【図 18】

図 18 (a) は、本発明の第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す断面図、  
図 18 (b) は、本発明の第 3 の実施形態に係る下部金属層を示す平面図。

【図 19】

図 18 (a) の XIX-XIX 線に沿った磁気記憶装置を示す断面図。

【図 20】

本発明の第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

【図 21】

図 21 (a) は本発明の第 3 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 21 (b) は図 21 (a) の工程における平面図。

【図 22】

図 22 (a) は本発明の第 4 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 22 (b) は図 22 (a) の工程における平面図。

【図 23】

図 22 (a)、(b) に続く、図 23 (a) は本発明の第 4 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 23 (b) は図 23 (a) の工程における平面図。

【図 24】

図 23 (a)、(b) に続く、図 24 (a) は本発明の第 4 の実施形態に係る磁気記憶装置の製造工程を示す断面図、図 24 (b) は図 24 (a) の工程における平面図。

【図 25】

本発明の各実施形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

【図 26】

本発明の各実施形態に係る他の磁気記憶装置を示す斜視図。

【図 27】

第 1 の従来技術による磁気記憶装置を示す平面図。

【図 28】

第 2 の従来技術による磁気記憶装置を示す平面図。

【符号の説明】

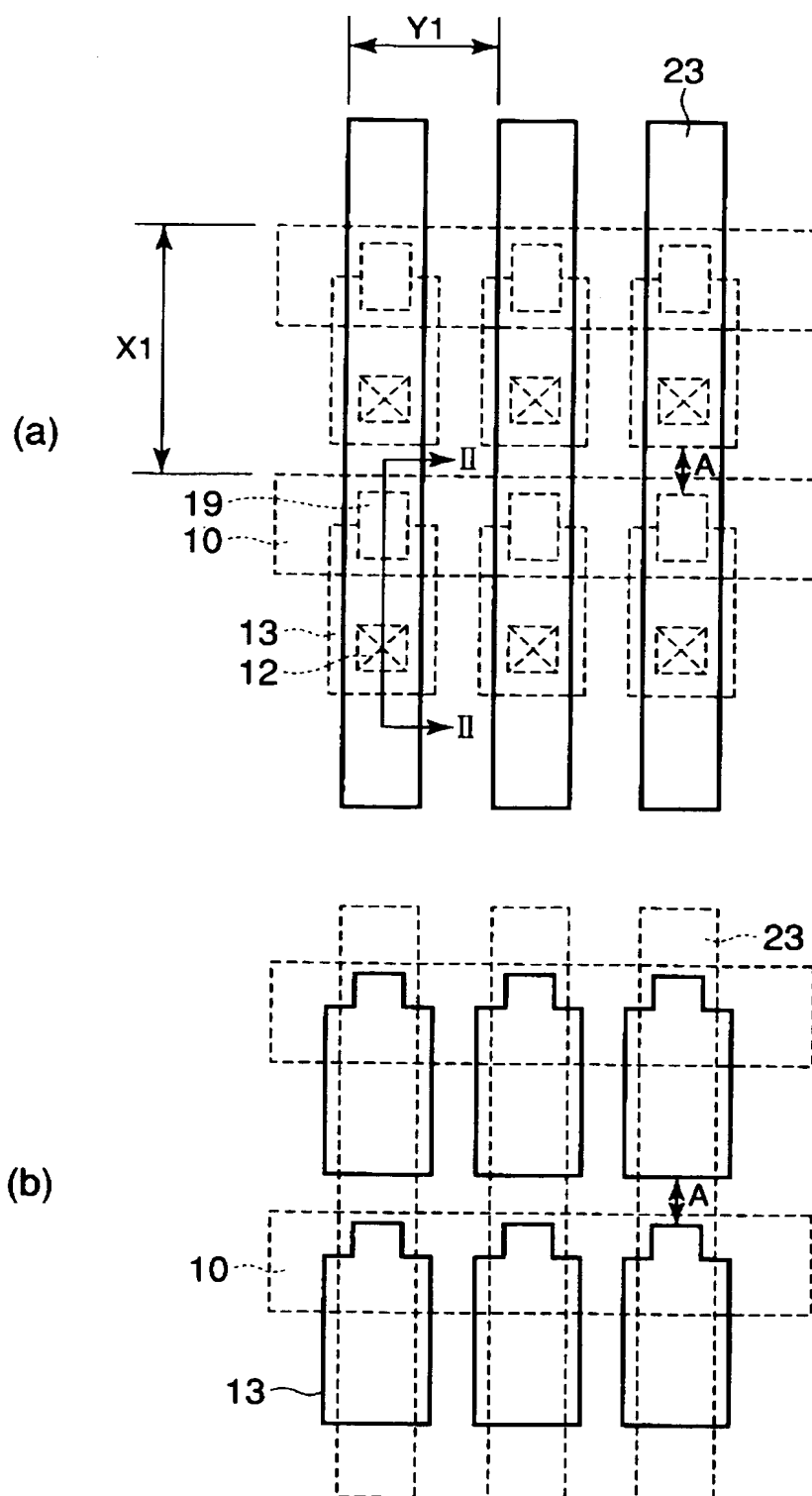
1 0 …第 1 の書き込み配線、1 1 …第 1 の絶縁膜、1 2 …第 1 のコンタクト、  
1 3 …下部金属層、1 4 …磁気抵抗効果膜、1 5 …第 1 のハードマスク、1 5 a  
…段差部、1 6 …第 2 のハードマスク、1 9 …磁気抵抗効果素子、2 1 …第 2 の  
絶縁膜、2 2 …第 2 のコンタクト、2 3 …第 2 の書き込み配線、3 0 …読み出し  
ワード線、7 0 …フォトレジスト、7 1 …第 3 のハードマスク。



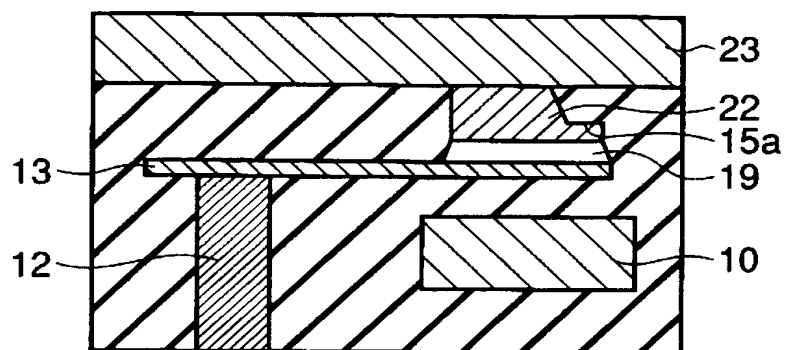
【書類名】

図面

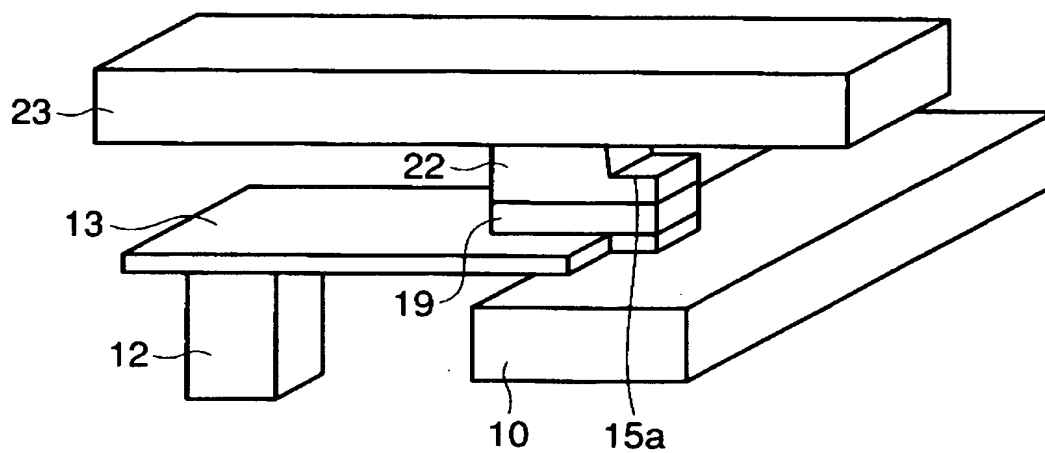
【図 1】



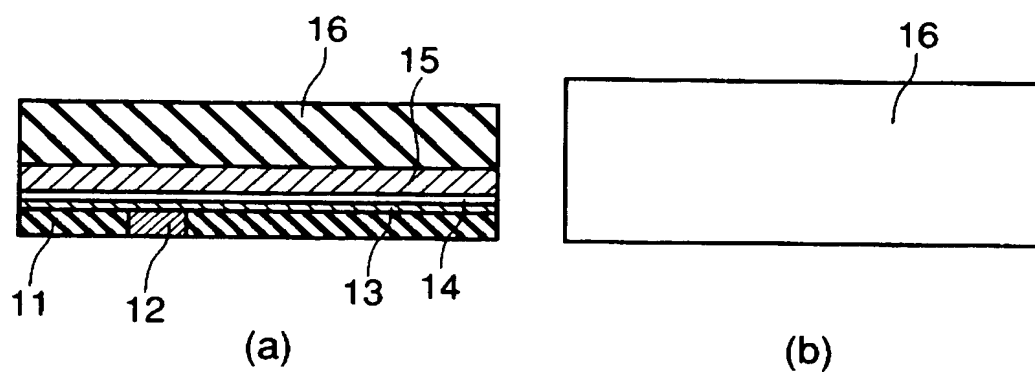
【図 2】



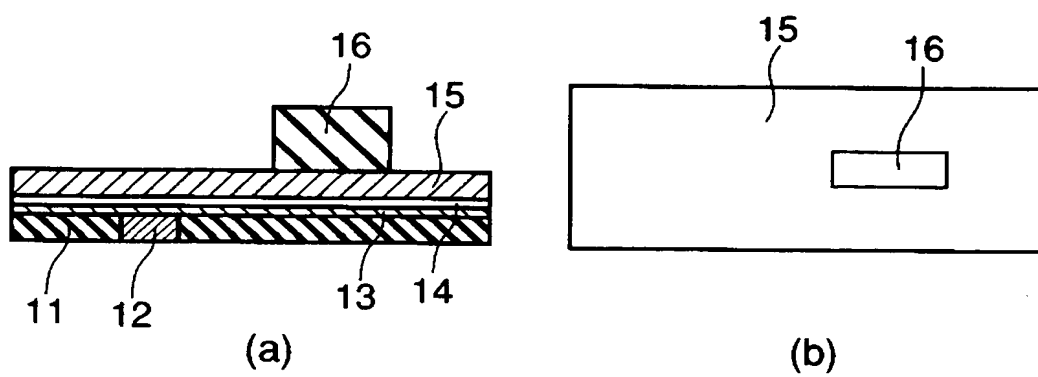
【図 3】



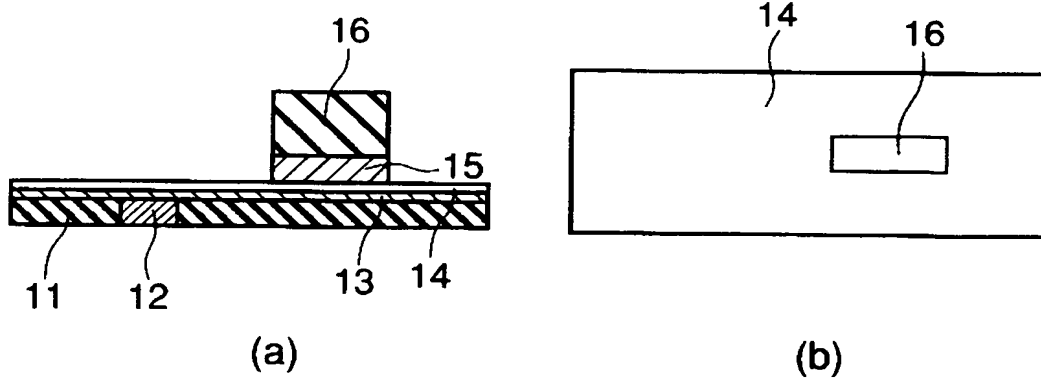
【図 4】



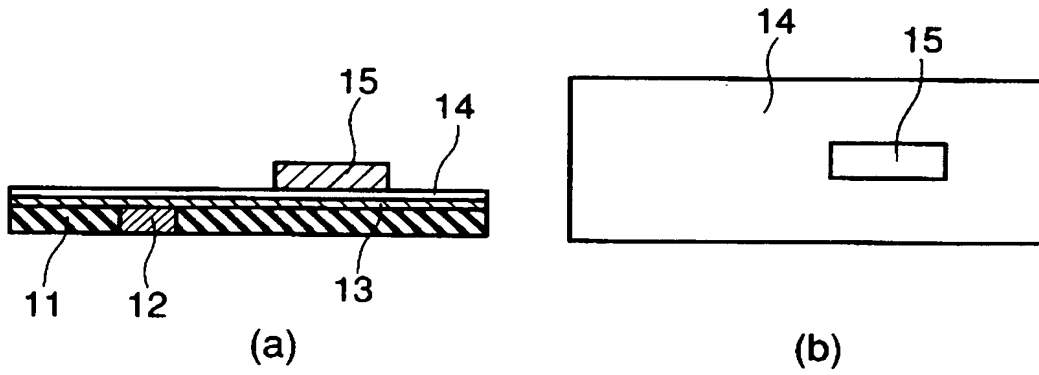
【図 5】



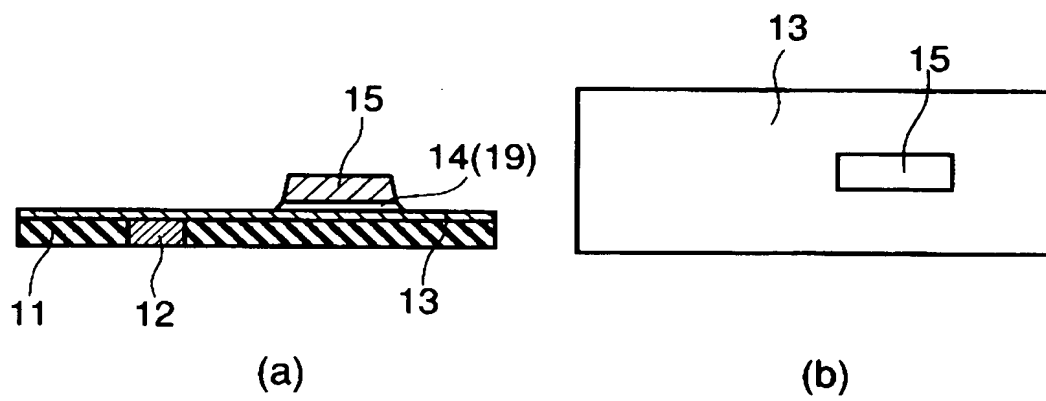
【図 6】



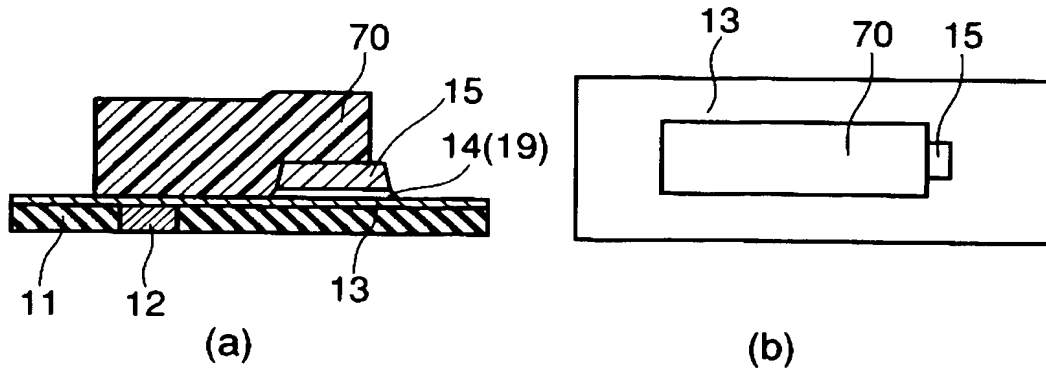
【図 7】



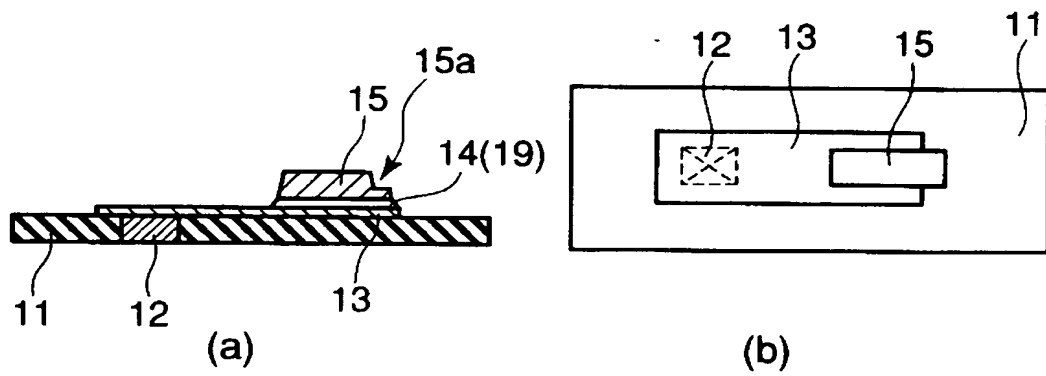
【図 8】



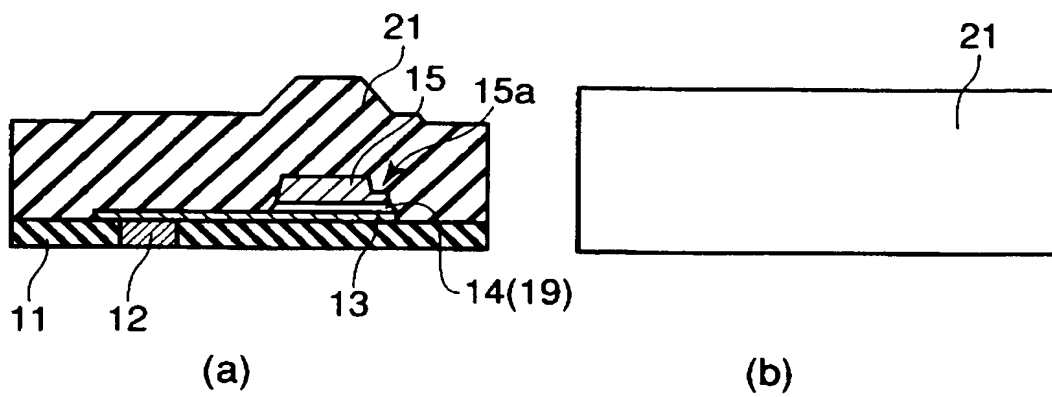
【図 9】



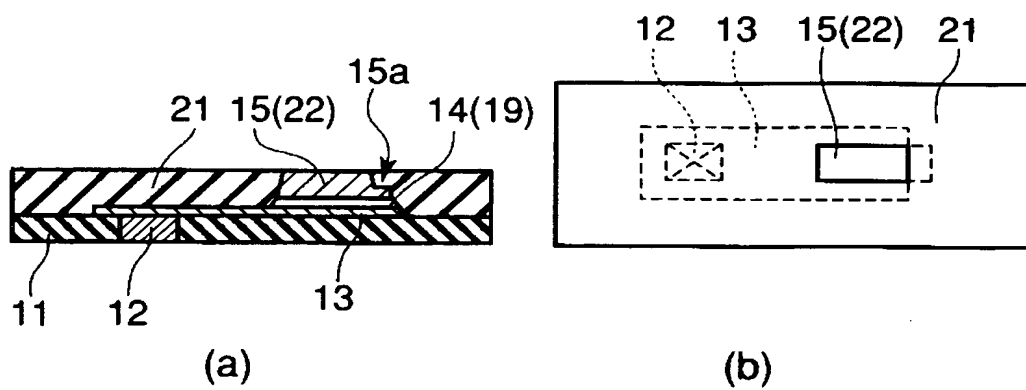
【図 10】



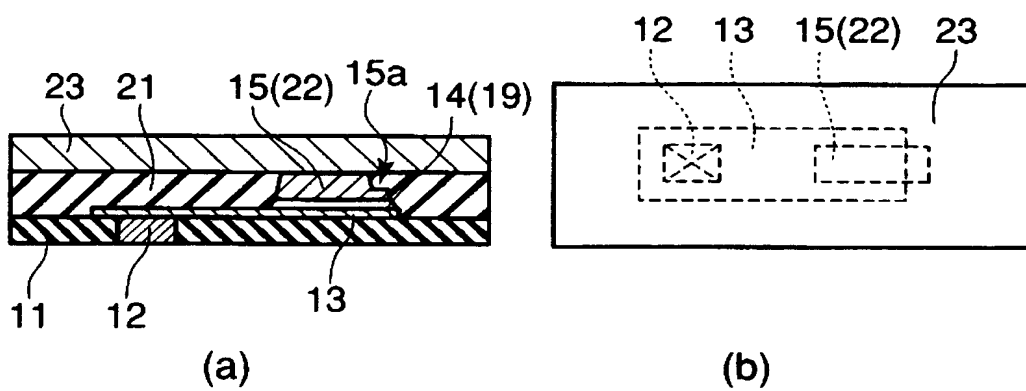
【図 11】



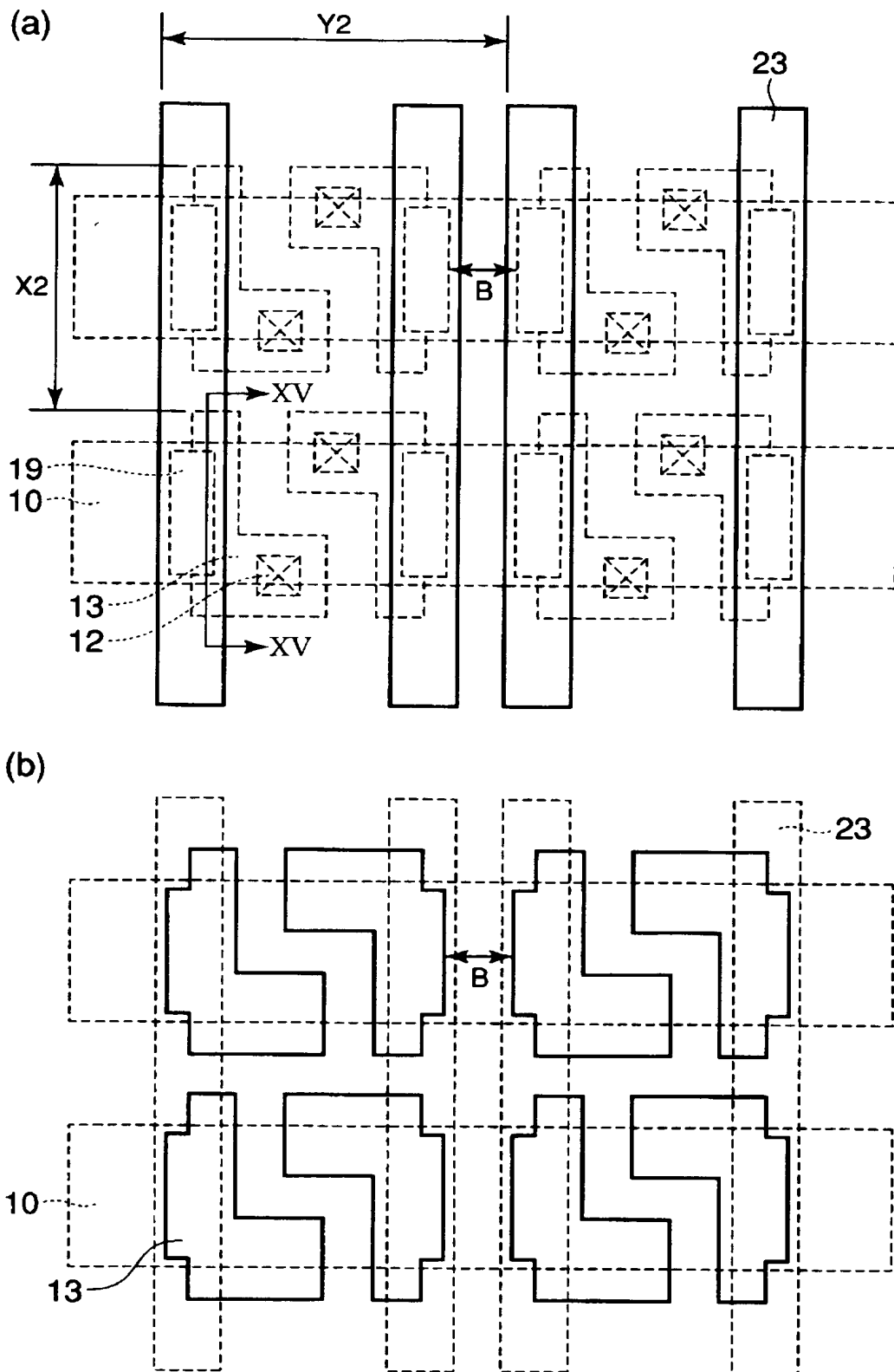
【図 1 2】



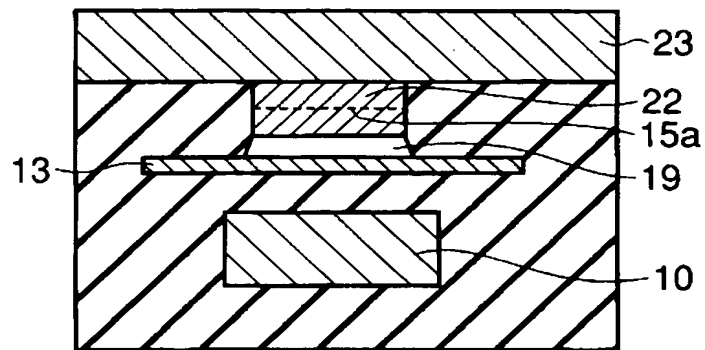
【図 1 3】



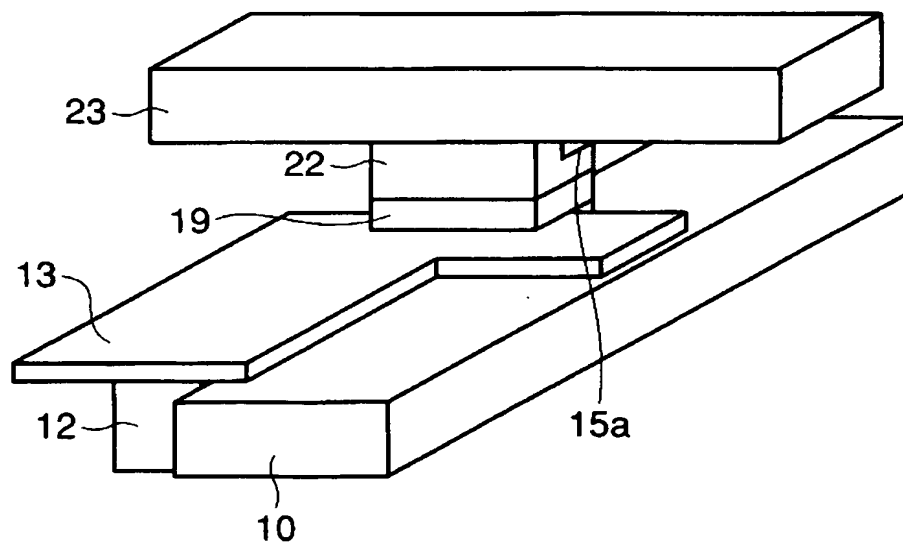
【図 14】



【図 15】

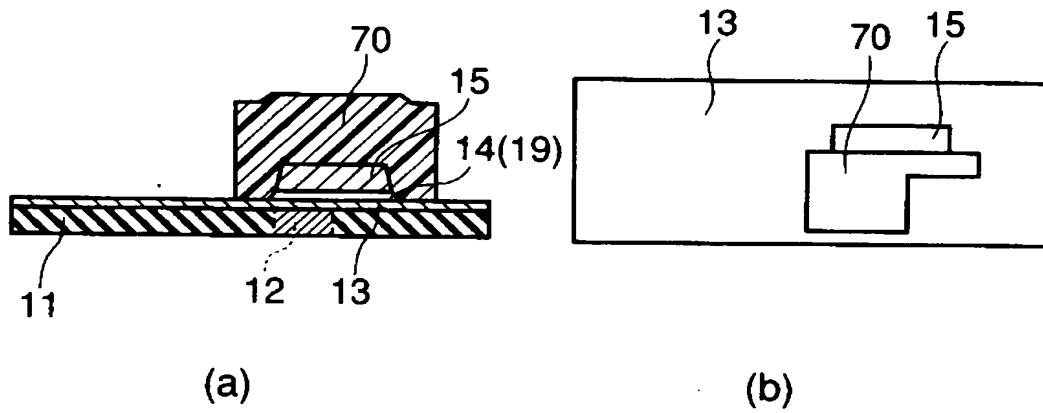


【図 16】

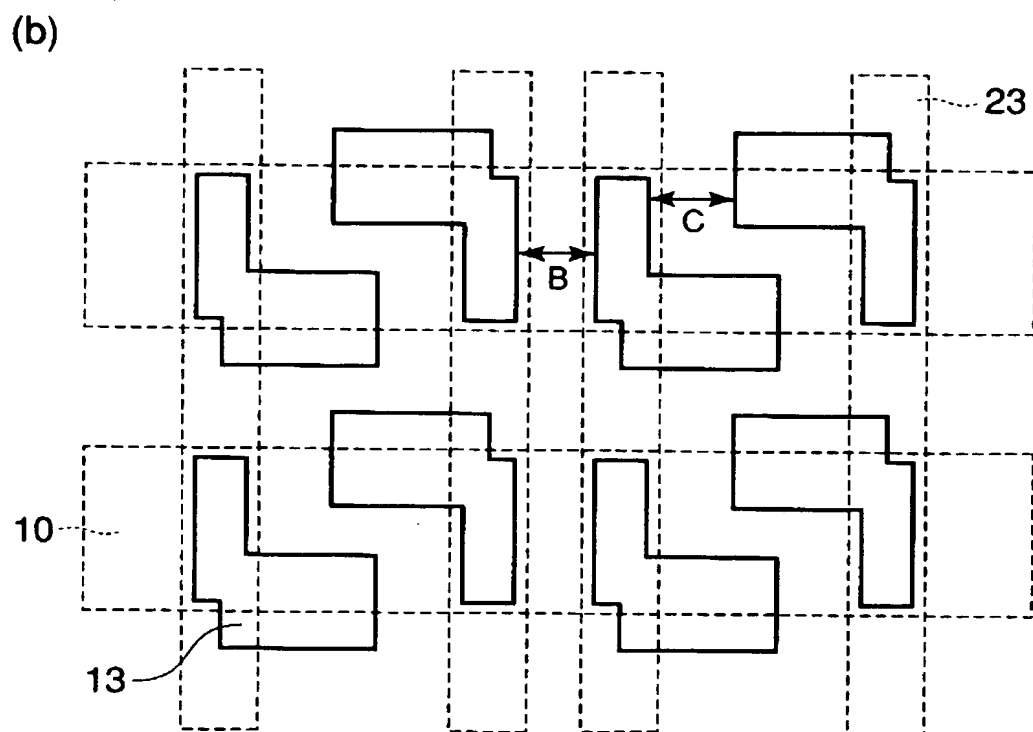
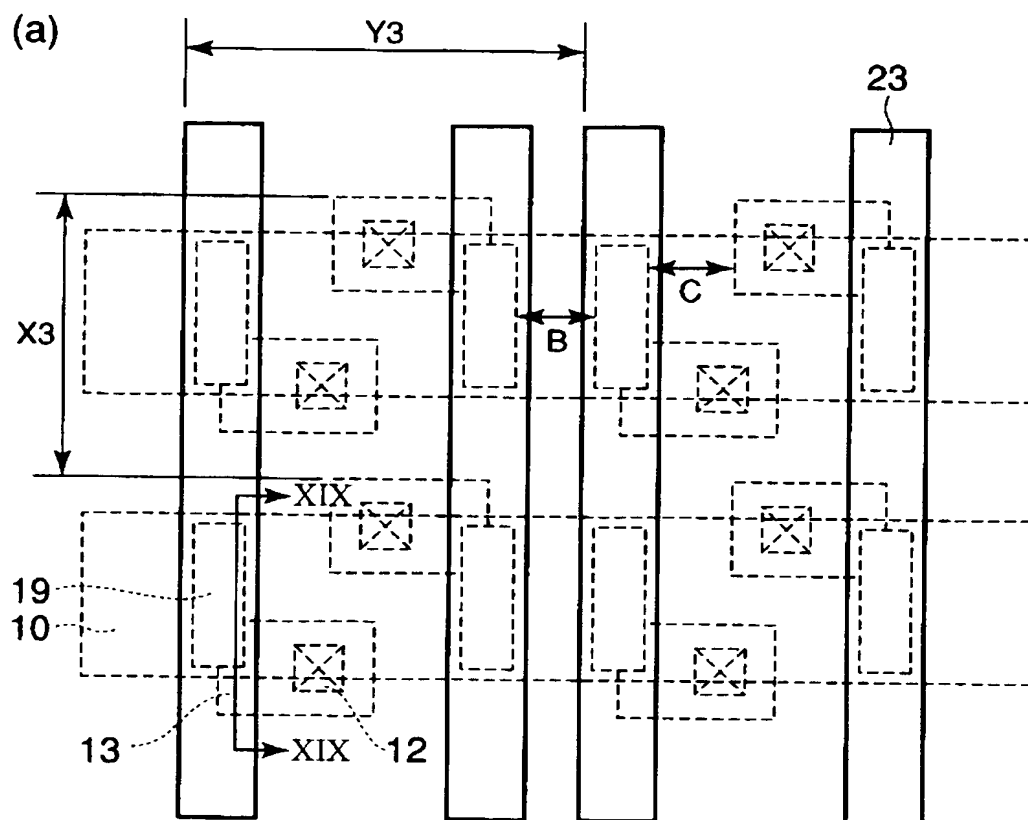




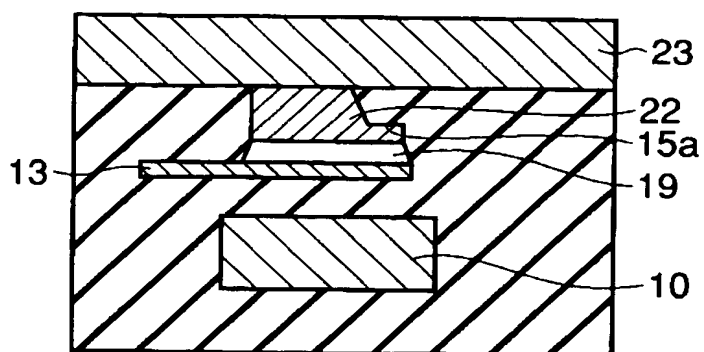
【図 17】



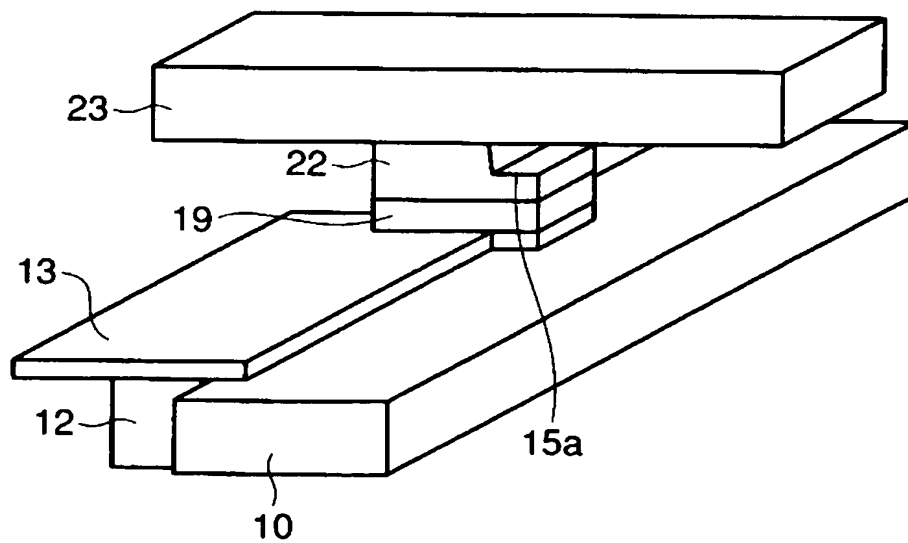
【図 18】



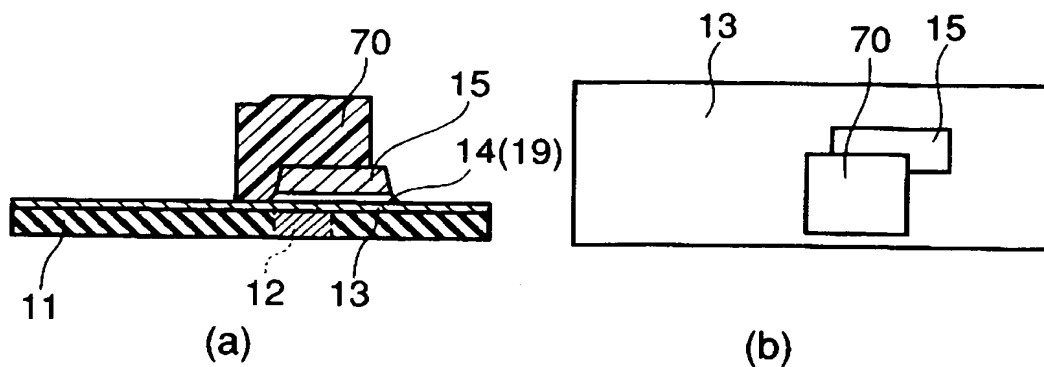
【図 19】



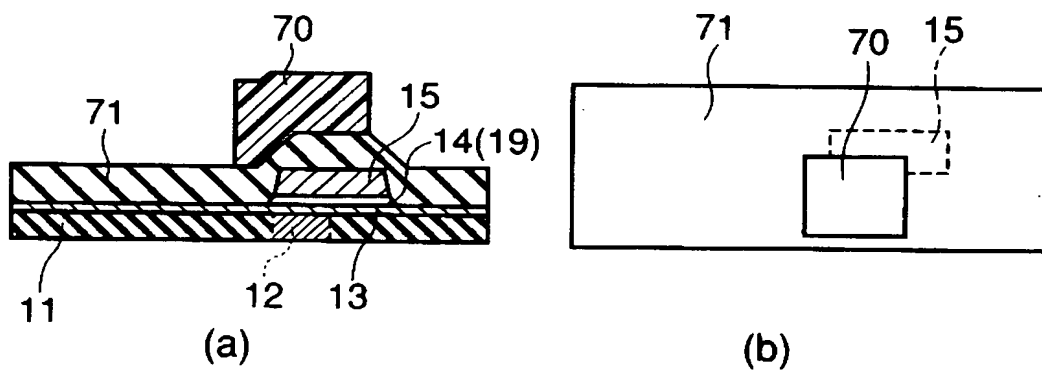
【図 20】



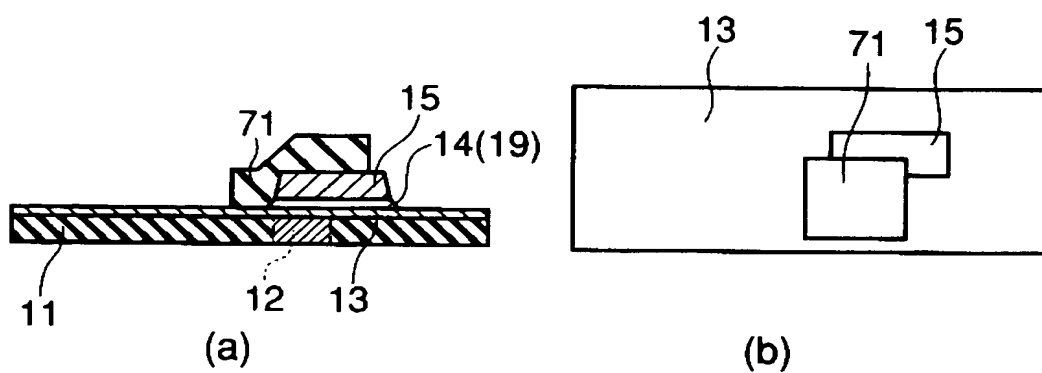
【図 2 1】



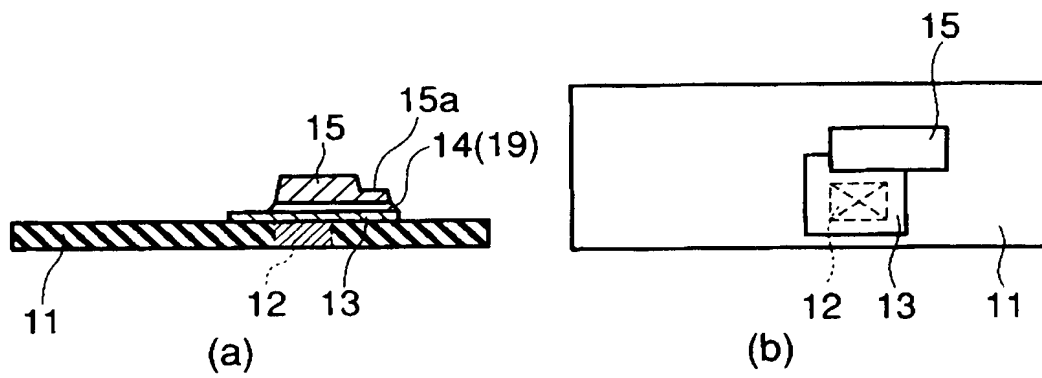
【図 2 2】



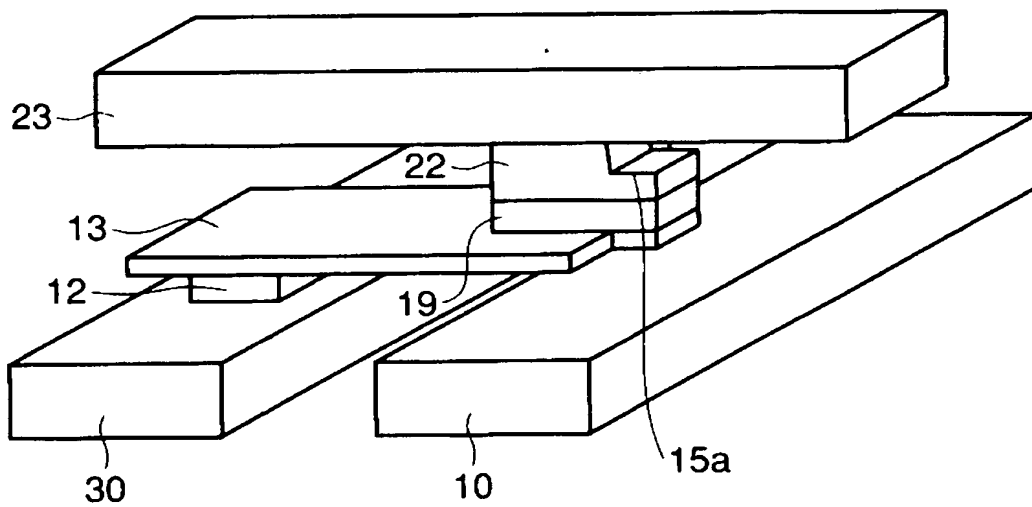
【図 2 3】



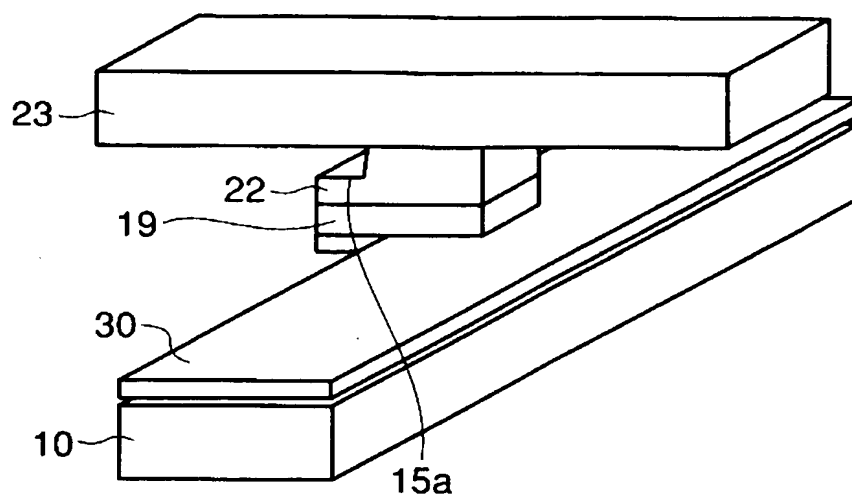
【図 2 4】



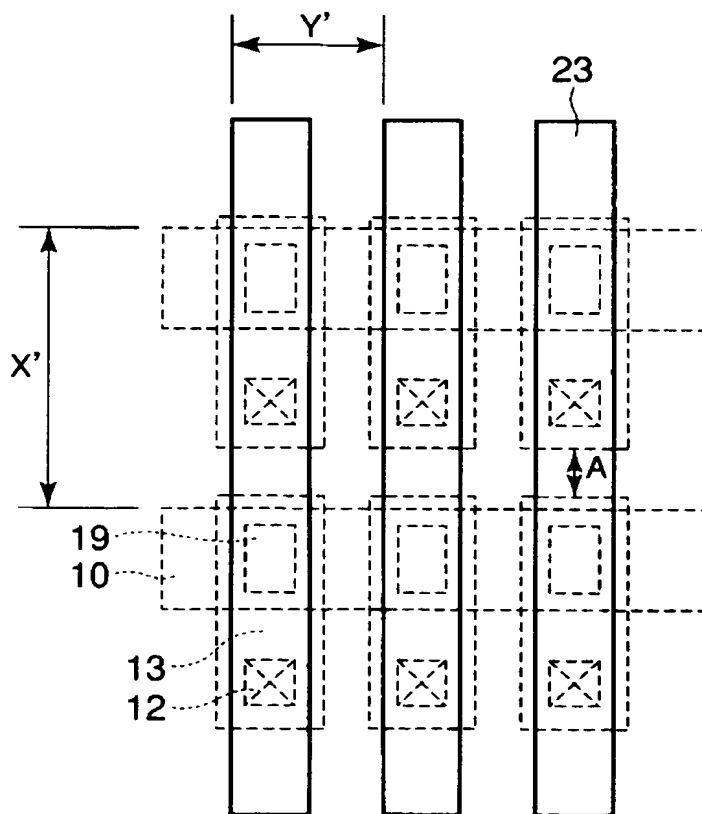
【図 2 5】



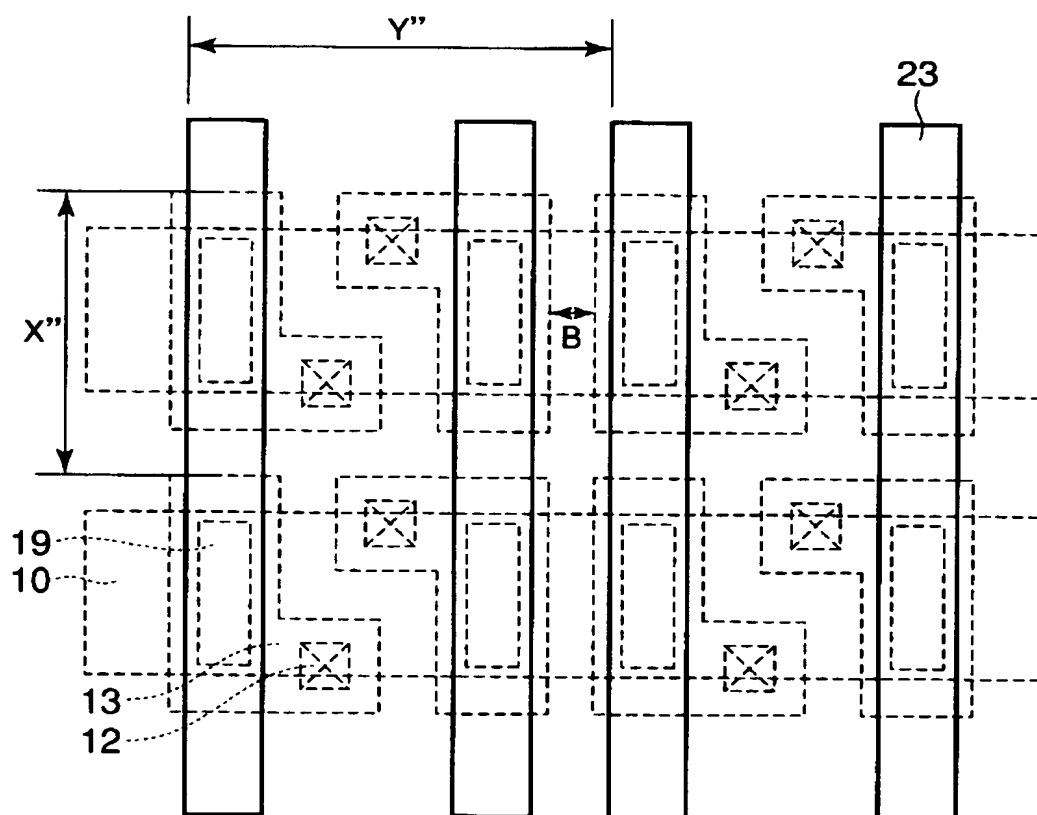
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セル面積を縮小することが可能な磁気記憶装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 磁気記憶装置は、第 1 の配線 1 0 と、この第 1 の配線 1 0 の上方に配置された磁気抵抗効果素子 1 9 と、第 1 の配線 1 0 と離間して磁気抵抗効果素子 1 9 に接続され、側面の一部が磁気抵抗効果素子 1 9 の側面と一致する金属層 1 3 とを具備する。

【選択図】 図 1



特願 2.0 0 2- 3 4 6 0 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝